

(43) 国際公開日
2007年8月30日 (30.08.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/097151 A1

(51) 国際特許分類:

H03H 9/145 (2006.01) H01L 41/22 (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01) H03H 3/08 (2006.01)
H01L 41/18 (2006.01) H03H 9/25 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2007/051004

(22) 国際出願日: 2007年1月23日 (23.01.2007)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2006-047070 2006年2月23日 (23.02.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山本 大輔 (YAMAMOTO, Daisuke) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡

京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP). 神藤 始 (KANDO, Hajime) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP). 寺本 哲浩 (TERAMOTO, Akihiro) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP). 冬爪 敏之 (FUYUTSUME, Toshiyuki) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP). 佐伯 昌彦 (SAEKI, Masahiko) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).

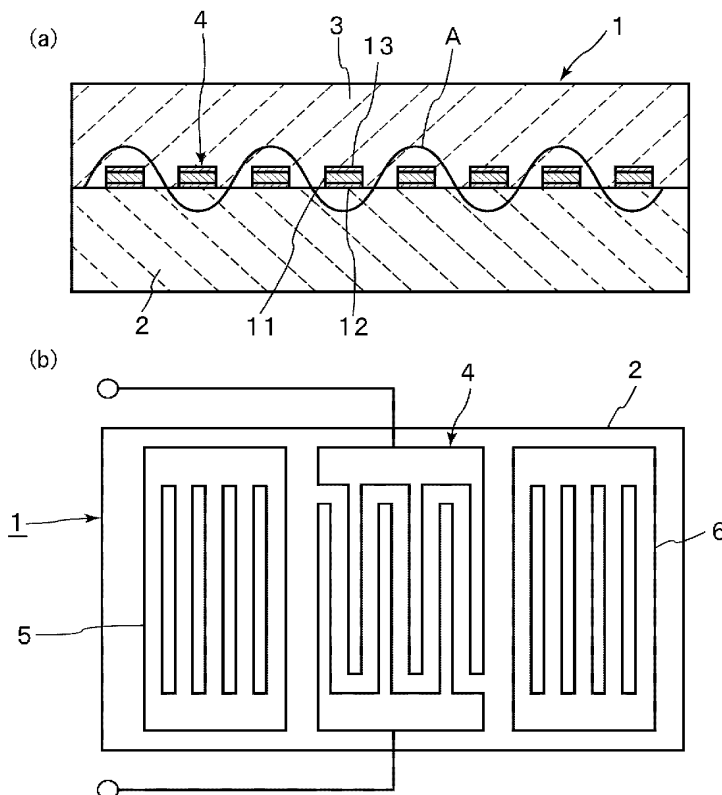
(74) 代理人: 宮▲崎▼主税 (MIYAZAKI, Chikara); 〒5400012 大阪府大阪市中央区谷町1丁目5番4号 大同生命ビル6階 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,

[続葉有]

(54) Title: BOUNDARY ACOUSTIC WAVE DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 弾性境界波装置及びその製造方法



(57) Abstract: Disclosed is a boundary acoustic wave device wherein loss is reduced. Specifically disclosed is a boundary acoustic wave device (1) comprising a first medium (2), a second medium (3) and an IDT electrode (4) arranged on the interface between the first medium (2) and the second medium (3). The IDT electrode (4) has an Au layer (11) as a main electrode layer, and an Ni layer (12) is arranged in contact with at least one side of the Au layer. A part of Ni constituting the Ni layer (12) is diffused into the Au layer (11) from the Ni-layer-side surface of the Au layer (11).

(57) 要約: 低損失化を果たすことが可能な弾性境界波装置を提供する。第1の媒質2と、第2の媒質3と、第1、第2の媒質2、3間の界面に配置されたIDT電極4とを有し、IDT電極4が主電極層としてAu層11を有し、Au層の少なくとも一方表面に接するようにNi層12が積層されており、Ni層12を構成しているNiの一部がAu層11のNi層側表面からAu層11の内部に向かって拡散されている、弾性境界波装置1。



OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

弾性境界波装置及びその製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、第1、第2の媒質間を伝搬する弾性境界波を利用した弾性境界波装置及びその製造方法に関し、より詳細には、第1、第2の媒質間に配置されたIDT電極が、主電極層としてのAu層を少なくとも含む積層金属膜により形成されている、弾性境界波装置及びその製造方法に関する。

背景技術

- [0002] 従来、共振子や帯域フィルタとして利用されるデバイスとして弾性境界波装置が知られている。弾性境界波装置は、第1、第2の媒質間の界面にIDT電極を配置した構造を有する。弾性境界波装置では、上記界面を伝搬する弾性境界波が利用される。従って、弾性境界波装置は、第1、第2の媒質の界面と反対側の面で機械的に支持することができる。よって、パッケージ構造の簡略化及び小型化を図ることができる。
- [0003] 弾性境界波装置の一例が、下記の特許文献1に開示されている。特許文献1に記載の弾性境界波装置では、IDT電極が、Au、Ag、CuもしくはAlまたはこれらの合金を用いて構成されている。また、IDT電極の媒質に対する密着性を高めたり、耐電力性を高めるために、上記Au、Ag、CuもしくはAlまたはこれらの合金からなる電極層の少なくとも一方面に、Ti、CrまたはNiCrなどの他の金属材料からなる第2の電極層を積層してもよいことが示されている。

特許文献1: WO2004/070946

発明の開示

- [0004] 特許文献1に記載のように、従来、Au、Ag、CuもしくはAlまたはこれらの合金などの様々な金属を主体とするIDT電極が知られており、かつこれらの金属からなる電極層に、他の金属材料からなる第2の電極層を積層した構造も知られていた。もともと、このような他の金属材料からなる第2の電極層を積層した構造は、上記のように、IDT電極の密着性を高めたり、耐電力性を高めるために用いられていた。
- [0005] 他方、弾性境界波装置を共振子やフィルタとして使用する場合、耐電力性等を高

め得るだけでなく、通過帯域内における挿入損失などの周波数特性の改善が強く求められている。

[0006] 本発明は上記のような要望を満たすためになされたものであり、本発明の目的は、挿入損失をより一層低減することを可能とした弾性境界波装置を提供することにある。

[0007] 本願の第1の発明によれば、第1の媒質と、第2の媒質と、第1、第2の媒質間の界面に配置されたIDT電極とを備え、該IDT電極が主電極層としてAu層を有する弾性境界波装置において、前記IDT電極が、前記Au層と、該Au層の少なくとも一方表面に接するように配置されたNi層とを有し、前記Ni層を構成しているNiの一部が、前記Au層の前記Ni層側表面から該Au層内部に向かって拡散されていることを特徴とする、弾性境界波装置が提供される。

[0008] 本願の第2の発明によれば、第1の媒質と、第2の媒質と、第1、第2の媒質間の界面に配置されたIDT電極とを備え、該IDT電極が主電極層としてAu層を有する弾性境界波装置において、前記IDT電極が、前記Au層と、該Au層と第1の媒質との間において、前記Au層に接するように配置されたNi層とを有し、前記Ni層を構成しているNiの一部が、前記Au層の前記Ni層側表面から該Au層内部に向かって拡散されていることを特徴とする、弾性境界波装置が提供される。

[0009] 本発明(以下、第1、第2の発明を総称して適宜本発明と記載することとする。)のある特定の局面では、前記IDT電極が、Au層の前記Ni層が配置されている側とは反対側の面に配置されており、かつNiを含む金属層をさらに有し、前記Ni層及び金属層を構成しているNiの一部が、前記Au層の両面から該Au層内部に向かって拡散されている。

[0010] 本発明に係る弾性境界波装置のさらに他の特定の局面では、前記Au層において、前記Au層のNi層側表面から、前記Au層の前記金属層側表面に向かって、Niの濃度が高濃度－低濃度－高濃度となる濃度分布が形成されている。

[0011] 本発明に係る弾性境界波装置のさらに別の特定の局面では、前記金属層上に配置されており、AlまたはAlを主成分とする第2の金属層がさらに備えられている。

[0012] 本発明に係る弾性境界波装置の製造方法は、第1の媒質と、第2の媒質と、第1、

第2の媒質間の界面に配置されたIDT電極とを有する弾性境界波装置の製造方法であって、第1の媒質及び第2の媒質の内の一方の表面に、Au層と、Au層の少なくとも一方表面に接するように配置されたNi層とを形成する工程と、前記Au層と、前記Ni層とを形成した後に、前記第1、第2の媒質の内の他方を積層する工程と、前記Au層と前記Ni層とを形成した後に、加熱により、Au層内にNi層を構成しているNiの一部を拡散させる工程とを備えることを特徴とする。

[0013] 本発明に係る弾性境界波装置の製造方法のある特定の局面では、前記Niを拡散させる工程が、前記第1、第2の媒質の内の他方の積層と同時に行われる。

(発明の効果)

[0014] 第1の発明に係る弾性境界波装置では、IDT電極が、主電極層としてのAu層の少なくとも一方表面に接するように配置されたNi層を有し、Ni層を構成しているNiの一部が、Au層のNi層側表面からAu層内部に向かって拡散されているため、通過帯域内における挿入損失を低減することができる。

[0015] また、第2の発明においても、IDT電極が、Au層と、Au層に接するように配置されたNi層とを有し、Ni層を構成するNiの一部が、Au層のNi層側表面からAu層内部に向かって拡散されているため、通過帯域内における挿入損失を低減することができる。

[0016] 本発明において、Ni層がAu層に接するように配置されており、かつNiの一部が、Au層内部にAu層のNi層側表面から拡散されていることにより、挿入損失が低減されるのは、Au層にNiが拡散することにより、Au層が部分的に硬化し、媒質とIDT間の弾性波による歪みが抑制され、それによって挿入損失が小さくなっているものと考えられる。

[0017] よって、本発明によれば、IDT電極を構成する材料を工夫することにより、上記のように、低損失の弾性境界波装置を提供することが可能となる。

[0018] 第2の発明において、Au層のNi層が配置されている側とは反対側の面に、さらにNiを含む金属層が配置されており、Ni層及び上記金属層のNiの一部がAu層の両面からAu層内部に向かって拡散されている場合には、Au層の両面近傍が、Au層の厚み方向中央部分に比べて硬くなる。それによって、上述したダンピングを抑制す

ることができ、損失をより一層低減することが可能となる。この場合、Niの濃度が、Au層において、一方表面から他方表面側に向かって、高濃度－低濃度－高濃度となる濃度分布を有することになるため、上記のように、高濃度部分が硬化して損失の低減が図られ、他方、中央の低濃度部分において抵抗の損失が小さくなり、電極としての機能が十分に果たされることになる。

[0019] 金属層上に配置されており、AlまたはAlを主成分とする第2の金属層をさらに有していてもよく、その場合には、第2の金属層の電氣的抵抗率が低いため、また第2の電極層が比較的柔らかいため、電気抵抗をより低く、かつ損失をより一層低減することが可能となる。

[0020] 本発明に係る製造方法では、第1、第2の媒質の内の一方の表面に、Au層と、Au層の少なくとも一方表面に接するように配置されたNi層とを形成した後に、第1、第2の媒質を積層する工程及びAu層内にNi層を構成しているNiの一部を加熱により拡散させる工程が実施される。従って、Au層のNi層が積層されている側の面からAu層内にNiの一部が拡散されることになる。よって、本願の第1の発明に係る弾性境界波装置を提供することができ、通過帯域内における挿入損失の低減を図ることが可能となる。

[0021] Niを拡散させる工程が、第1、第2の媒質を積層する工程において、積層と同時にされる場合には、工程数を増加させることなく、NiをAu層に拡散させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]図1(a)，(b)は、本発明の一実施形態に係る弾性境界波装置の模式的な部分切欠正面断面図及び平面断面図である。

[図2]図2は、第1の実施形態の弾性境界波装置の電極積層構造を拡大して示す模式的正面断面図である。

[図3]図3は、比較例として用意した弾性境界波装置のインピーダンス及び位相特性を示す図である。

[図4]図4は、比較例として用意した複数種の弾性境界波装置のインピーダンス及び位相特性を示す図である。

[図5]図5は、第1の実施形態及び第1の変形例の弾性境界波装置のインピーダンス及び位相特性を示す図である。

[図6]図6は、実施形態及び第1の変形例並びに比較のために用意した複数種の弾性境界波装置におけるインピーダンス比を示す図である。

[図7]図7は、NiのAu層中への拡散プロファイルを示す図であり、主電極層中に含有されている原子の濃度変化を示す図である。

[図8]図8は、第2の媒質としての SiO_2 の成膜温度と、得られた弾性境界波装置のインピーダンス比との関係を示す図である。

[図9]図9(a), (b)は、下地としてのTi層が設けられている第2の実施形態と、下地層としてのTi層が設けられていない第2の変形例のインピーダンス位相特性及びインピーダンス比を示す各図である。

[図10]図10は、第2の電極層を構成しているNi層の上方にAlCu層が積層されている構造において、AlCu層とNi層との間のTi層を配置した構造を有する第2の実施形態と、Ti層を積層していない構造を有する第3の変形例の弾性境界波装置のインピーダンス位相特性を示す図である。

[図11]図11(a), (b)は、Al層が積層されている第2の実施形態と、Al層が積層されていない第4の変形例のインピーダンス及び位相特性を示す図並びにインピーダンス比を示す図である。

[図12]図12は、Au層中に各種元素が添加されている場合の元素の含有割合と電極層のビッカース硬さとの関係を示す図である。

[図13]図13は、Au層中に各種元素が添加されている場合の元素の含有割合と電極層の電気抵抗率との関係を示す図である。

符号の説明

- [0023] 1…弾性境界波装置
2…第1の媒質
3…第2の媒質
4…IDT電極
5, 6…反射器

11…Au層

12…Ni層

13…第2の電極層としてのNi層

A…弾性境界波

発明を実施するための最良の形態

[0024] 以下、図面を参照しつつ本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

[0025] (第1の実施形態)

図1(a), (b)は、本発明の第1の実施形態に係る弾性境界波装置を示す模式的部分正面断面図及び平面断面図である。

[0026] 弾性境界波装置1は、第1の媒質2と、第2の媒質3とを積層した構造を有する。第1の媒質2は、圧電体からなり、本実施形態ではYカットX伝搬の LiNbO_3 単結晶基板からなる。第1の媒質2は、他の圧電単結晶または圧電セラミックスにより構成されていてもよい。

[0027] 第2の媒質3は、適宜の誘電体または圧電体からなり、本実施形態では、 SiO_2 により形成されている。

[0028] 第1, 第2の媒質2, 3間の界面に、IDT電極4が配置されている。IDT電極4の弾性境界波伝搬方向両側には、図1(b)に示されている反射器5, 6が配置されている。IDT電極4は、互いに間挿し合う複数本の電極指を有する一対の櫛歯電極からなる。IDT電極4において、一方の櫛歯電極と他方の櫛歯電極との間に交流電界を印加することにより、弾性境界波が励振される。弾性境界波は、第1, 第2の媒質2, 3間の界面を図1(a)の実線Aで模式的に示すように伝搬する。反射器5, 6間に上記弾性境界波Aが閉じ込められ、1ポート型の弾性境界波共振子としての共振特性が得られる。

[0029] 本実施形態の弾性境界波装置1の特徴は、上記IDT電極4が、複数の電極層を積層した構造を有することにある。すなわち、図1(a)及び電極指を拡大して示す図2に示されているように、IDT電極4における電極構造は、主電極層としてのAu層11と、Au層11の下面に形成されたNi層12と、Au層11の上面に形成された金属層として

のNi層13とを有する。すなわち、Au層11の第1の媒質2側に、Ni層12が配置されていることになる。

[0030] なお、主電極層とは、積層金属膜からなるIDT電極4において、主たる電極層を示し、ここで主たる電極層とは、複数の電極層すなわち金属膜を積層してなる積層金属膜において、電極としての機能の中心を担う電極層をいうものとする。より具体的には、複数の金属膜の内、もっとも厚みが厚い金属膜により主電極層が形成されることになる。

[0031] そして、上記Au層11に、Ni層12, 13を構成しているNiの一部が拡散している。それによって、本実施形態では、挿入損失の低減を図ることができる。これを、具体的に説明する。

[0032] 上記 LiNbO_3 単結晶基板からなる第1の媒質2上に、IDT電極4及び反射器5, 6を、Ni層13/Au層11/Ni層12の厚みが10nm/170nm/10nmとなるように、またIDT電極4における電極指ピッチにより定められる波長 λ が $3.42\mu\text{m}$ となるように、IDT電極4及び反射器5, 6を形成した。IDT電極4における電極指の対数は50対、交叉幅は 30λ とし、電極指のデューティは0.55とした。反射器5, 6における電極指の本数はそれぞれ25本とした。IDT電極4における電極指の周期で定まる波長と、反射器5, 6における電極指の周期で定められる波長を一致させ、上記 λ とした。IDT電極4と反射器5または反射器6との間の距離は、電極指中心間距離で 0.5λ とした。

[0033] 上記IDT電極4及び反射器5, 6は、Ni層12を第1の媒質2上に形成し、しかる後Au層11を形成し、さらにNi層13を形成することにより作製した。これらのNi層12、Au層11、Ni層13は例えばリフトオフ法により形成される。そして、Ni層13を形成した後に、第2の媒質3を形成し、第1の媒質2に積層した。

[0034] 第2の媒質3の形成は、 SiO_2 をRFマグネトロンスパッタすることにより行った。なお、スパッタに際しては、第1の媒質2を構成している LiNbO_3 基板の加熱温度を 250°C とした。 250°C に加熱されたため、Ni層12, 13を構成しているNiの一部がAu層11内に拡散したと考えられる。

[0035] 上記のようにして得られた本実施形態の弾性境界波装置1の共振特性を測定し、イ

ンピーダンス比を求めた。インピーダンス比とは、反共振周波数におけるインピーダンスの共振周波数におけるインピーダンスに対する比であり、インピーダンス比が大きい程、共振子やフィルタの損失を低減することができる。

[0036] 比較のために、IDT電極4及び反射器5、6の積層構造を、IDT電極の上面側から順に、Ti/Au/Ti、NiCr/Au/NiCr、Ti/Au/NiCr、Ni/Au/NiCrとしたことを除いては、上記と同様にして構成された弾性境界波装置を作製して、同様に共振特性及びインピーダンス比を求めた。

[0037] また、上記第1の実施形態の第1の変形例として金属層13を、Niから、NiCrに代えたことを除いては、上記実施形態と同様に構成された弾性境界波装置を作製し、共振特性及びインピーダンス比を同様に求めた。結果を図3～図6に示す。

[0038] 図3は、Ti/Au/Tiからなる電極積層構造を有する上記比較例の弾性境界波装置のインピーダンス及び位相特性を示す。図4は、第1の媒質と接する側がNiCr層である複数の比較例のインピーダンス及び位相特性を示し、図5は、上記第1の実施形態及び第1の変形例のインピーダンス及び位相特性を示す。また、図6は、上記各比較例、実施例及び変形例のインピーダンス比を示す。

[0039] 図6から明らかなように、上記4種類の比較例では、インピーダンス比は61dB以下に留まっていた。これに対して、上記第1の実施形態では、インピーダンス比は64dBを超え、上記第1の変形例においても、64.0dB程度であった。このことは、図3及び図4におけるインピーダンス波形と、図5に示されているインピーダンス波形との比較からも明らかである。

[0040] 従って、上記第1の実施形態及び第1の変形例では、低損失の弾性境界波装置を提供し得ることがわかる。そして、本願発明者は、このように、上記第1の実施形態及び第1の変形例において、インピーダンス比を高め、損失を低減することができるのは、前述したように、Au層11に、Ni層12、13からあるいはNi層12、NiCr層からNiの一部が拡散していることによることを見出した。

[0041] すなわち、上記第2の媒質3としてのSiO₂をマグネトロンスパッタにより成膜する際の加熱により、Ni層12、13を構成しているNi、あるいはNi層12やNiCr層を構成しているNiが、Au層11中に熱拡散する。図7は、第1の実施形態の弾性表面波装置

において、IDT電極4の濃度分布を示すための組成分析ラインプロファイルを示す図である。図7における横軸の時間は第1の媒質2の表面からの距離に対応しており、言い換えればIDT電極4中の位置を示すものである。この図7において、時間=0からNi元素の強度が高い最初の領域はNi層12に対応し、次のAu元素の強度の高い領域はAu層11に対応し、さらに次のNi元素の強度が高い領域はNi層13に対応している。

[0042] このような図7から明らかなように、Au元素の強度の高い、Au層11に対応する領域において、Niの濃度が高くなり、Au層にNiが拡散していることがわかる。このようなNiのAu層11への拡散が生じているのは、Ni層12、13あるいはNi層12、NiCr層がAu層11に接するように配置されており、上記第2の媒質3の成膜に際しての加熱により、NiがAu層中に熱拡散しているためと考えられる。

[0043] そして、Niの一部がAu層11に拡散した場合に、インピーダンス比が高くなり、損失が低減されるのは、以下の理由によると考えられる。

[0044] 図12及び図13は、Au層にNiなどの他の金属を含有させた際の電極層のビッカース硬度と含有割合を示す質量パーセントとの関係を示し、図12は、電氣的抵抗率と添加元素の含有割合を示す原子パーセントとの関係を示す図である。

[0045] 図12及び図13から明らかなように、Niの含有割合が高くなると電極層の硬度が上がり、かつ電氣的抵抗率も若干高くなっていくことがわかる。

[0046] 従って、NiがAu層11に拡散すると、Niが拡散しているAu層部分は硬くなる。そのため、Au層11によるダンピングによる損失が小さくなり、弾性境界波の伝搬損失が小さくなり、インピーダンス比が大きくなっているものと考えられる。

[0047] すなわち、NiのAu層への拡散により、Au層の一部が硬化し、特に、第1の媒質側に配置されたNi層からAu層11のNi層12側表面からAu層11内にNiが拡散すると、上記メカニズムにより、インピーダンス比が高められ、損失の低減が図られることになる。

[0048] また、上記変形例から明らかなように、Au層11上に配置された金属層をNiCrにより構成した場合においても、Ni層12とNiCr層を構成しているNiがAu層11側に拡散し、弾性境界波の伝搬損失が小さくなり、インピーダンス比が高められているものと考え

えられる。もともと、第1の実施形態のように、Au層11の両面にNi層12, 13が配置されている場合には、熱拡散後には、Au層の一方表面から他方表面側に向かってNiの濃度が、高濃度—低濃度—高濃度となるような濃度分布が生じることになる。この場合には、ダンピング損がより小さくなり、弾性境界波の伝搬損失がより一層小さくなるため、インピーダンス比が高められると考えられる。上記した高濃度は程度の異なる高濃度でもよく、膜厚で制御することができる。

[0049] もともと、Niの拡散量が多すぎると、Au層11の電氣的抵抗が増加するおそれがある。すなわち、Au層11の厚み方向全体に渡り高濃度にNiが拡散されていると、電氣的抵抗が増加し、主電極層としてのAu層11の機能が損なわれることになる。従って、上記のように、Au層11の両面にNiを含む層が積層されている構造では、Au層の一方面から他方面に向かって高濃度—低濃度—高濃度の濃度分布を有するように、Au層11が形成されていることが好ましい。この場合には、中央の低濃度部分において、電氣的抵抗の増加を抑制することができ、しかもAu層11のNi層12側の表面近傍は硬化し、上記のように低損失化を図ることができる。

[0050] なお、第1の実施形態の弾性境界波装置の製造に際しては、第2の媒質3としての SiO_2 膜をスパッタリングにより成膜する際の加熱温度を 250°C としたが、この加熱温度は 250°C に限定されず、 $150\sim 300^\circ\text{C}$ の範囲においても、同様にNiをAu層に良好に拡散させ、同様の効果が得られることを確認した。すなわち、図8は、上記成膜温度を $100\sim 300^\circ\text{C}$ の範囲で変化させたことを除いては、上記実施形態と同様にして弾性境界波装置を作製し、インピーダンス比を測定した結果を示す図である。

[0051] 図8から明らかなように、成膜温度が $150\sim 300^\circ\text{C}$ の範囲であれば、インピーダンス比が高く、特に $200\sim 270^\circ\text{C}$ の範囲がより好ましいことがわかる。

[0052] なお、上記実施形態では、第2の媒質3としての SiO_2 膜を成膜する際の加熱により、NiをAu層11に拡散させていたが、第2の媒質3を成膜する際の加熱温度によっては、その成膜時の加熱を拡散に利用する必要は必ずしもない。すなわち、第2の媒質3を形成するに先立ち、IDT電極4を加熱する工程を導入し、NiをAu層11に拡散させてもよい。また第2の媒質3を形成した後にIDT電極4を加熱する工程を導入してもよい。すなわち、Niを拡散させるための加熱工程は、第2の媒質3を第1の媒質2に

積層する工程と別の工程で行われてもよい。

[0053] もっとも、本実施形態のように、第2の媒質3を第1の媒質に積層するための加熱工程において、同時に上記Niの熱拡散を行うことが好ましい。その場合には、別途熱拡散のための加熱工程を実施する必要はない。従って、工程の増加を回避することができ、かつエネルギーを節約することが可能となる。

[0054] (第2の実施形態)

第1の実施形態の場合と同様にして、ただし、IDT電極及び反射器の積層構造を、第2の媒質3側から第1の媒質2側に向かって、AlCu/Ti/Ni/Au/Ni/Tiの積層構造を有するようにフォトリソグラフィ及びドライエッチングを用いて形成したことを除いては、第1の実施形態と同様にして弾性境界波装置を作製した。

[0055] すなわち、本実施形態では、IDT電極の厚み方向中央部分は、上記第1の実施形態の場合と同様に、Ni/Au/Niの積層構造を有する。従って、主電極層としてのAu層の上下にNi層が積層されている。この場合、下方のNi層が第1の媒質側に配置されているNi層であり、上層のNi層が、本発明の金属層を構成しているNi層に相当する。

[0056] 本実施形態では、さらに、上記Ni/Au/Niが積層されている積層部分の下地として、Ti層が積層されており、さらに上層にTi層及びAlCu層が順に積層されている。ここでは、上記IDT電極の各層の膜厚は、AlCu/Ti/Ni/Au/Ni/Ti=100/10/10/77/10/10nmとした。

[0057] このようにして得られた第2の実施形態においても上記第1の実施形態の場合と同様にAu層の両側に位置しているNi層を構成しているNiの一部がAu層にSiO₂からなる第2の媒質3の成膜に際しての加熱により拡散し、第1の実施形態の場合と同様に、挿入損失の低減を果たし得ることが確かめられた。

[0058] また、電気抵抗率が小さく、SiO₂に対して密度が近いAlCu層がSiO₂からなる第2の媒質3側に積層されているため、共振特性を劣化させることなく、電極の電気抵抗率を低めることが可能とされており、それによって抵抗損失を小さくすることが可能とされている。なお、下地のTi層は酸素に対して反応活性を有し、酸化物基板である第1の媒質2と電極との間の密着性を高めるように作用する。従って、第1の実施形態で

は、IDT電極の第1の媒質2を構成している LiNbO_3 基板との密着性が高められ、弾性境界波装置の信頼性が高められる。

[0059] なお、上記のように、下地にTi層を形成した場合であっても、第2の実施形態によれば、挿入損失を本発明に従って低減することができる。これを、図9(a), (b)を参照して説明する。

[0060] 第2の実施形態において、上記第1の媒質2側に配置されている下地層としてのTi層が設けられていないことを除いては、同様にして構成された第2の変形例の弾性境界波装置を用意した。そして、第2の実施形態及び第2の変形例の弾性境界波装置のインピーダンス及び位相特性を測定した。結果を図9(a)に示す。さらに、このインピーダンス特性から求められたインピーダンス比を図9(b)に示す。

[0061] 図9(a), (b)から明らかなように、下地としてのTi層を設けていない場合に比べて、下地層としてのTi層をNi層の下方に設けたとしても、インピーダンス特性はさほど変化せず、すなわち、特性の劣化を招くことなく、IDT電極の密着性を高め得ることがわかる。

[0062] また、上記第2の実施形態では、最上部のAlCu層とAu層の上側の金属層としてのNi層との間にTi層が積層されていたが、この場合には、AlとAuとの間の相互拡散による抵抗増加を防止することができる。これを、図10を参照して説明する。

[0063] AlCu層とNi層との間に上方のTi層が配置されていないことを除いては第2の実施形態と同様にして構成された第3の変形例の弾性境界波装置を作製し、インピーダンス一周波数特性及び位相特性を求めた。図10は、第2の実施形態及び上記第3の変形例のインピーダンス及び位相特性を示す。図10から明らかなように、上層のTi層が設けられていない第3の変形例の場合には、インピーダンス比が幾分小さくなっていることがわかる。これは、Ti層をAlCuとAuとの間に配置されていない場合には、AlとAuの間の相互拡散により抵抗が増加し、特性が劣化しているためと考えられる。

[0064] また、第2の実施形態では、IDT電極4の最上部に、Alを含む金属層として、AlCu層が設けられていた。この場合、AlCu層は、第2の媒質3を構成している SiO_2 に密度が近く、電気抵抗率が小さい。従って、電気抵抗が低いIDT電極4を形成することができ、かつ SiO_2 に密度が近いので、第2の媒質3とIDT電極4との間の応力伝達

円滑に行われ、インピーダンス比を高めることができる。これを、図11を参照して説明する。上記第2の実施形態の弾性境界波装置と、比較のために、AlCu層が最上部に積層されていないことを除いては、第2の実施形態と同様に構成された第4の変形例の弾性境界波装置を用意し、インピーダンス位相特性を測定した。結果を図11(a)に示す。また、第2の実施形態及び第4の比較例の弾性境界波装置のインピーダンス比を図11(b)に示す。

[0065] 図11(a), (b)から明らかなように、第2の実施形態によれば、第4の変形例よりもインピーダンス比を高め得ることがわかる。

[0066] なお、第2の実施形態では、第2の媒質3を構成している SiO_2 に密度が近く、電気抵抗率が小さい第2の金属層の材料としてAlCuを用いたが、Alを主成分とし、Cu、Ti、Mg、Ni、Mo、ScまたはTaのいずれか少なくとも一種を添加した材料、あるいは純Alを用いてもよい。

[0067] 上述した実施形態では、弾性境界波共振子につき説明したが、弾性境界波フィルタなどの他の弾性境界波装置にも本発明を適用することができる。すなわち、Niの拡散による伝搬損失の低減効果は、弾性境界波フィルタにおける挿入損失の低減や減衰特性の急峻性の劣化防止にも起用することができ、本発明に従って、低損失の弾性境界波フィルタ装置を提供することができる。

請求の範囲

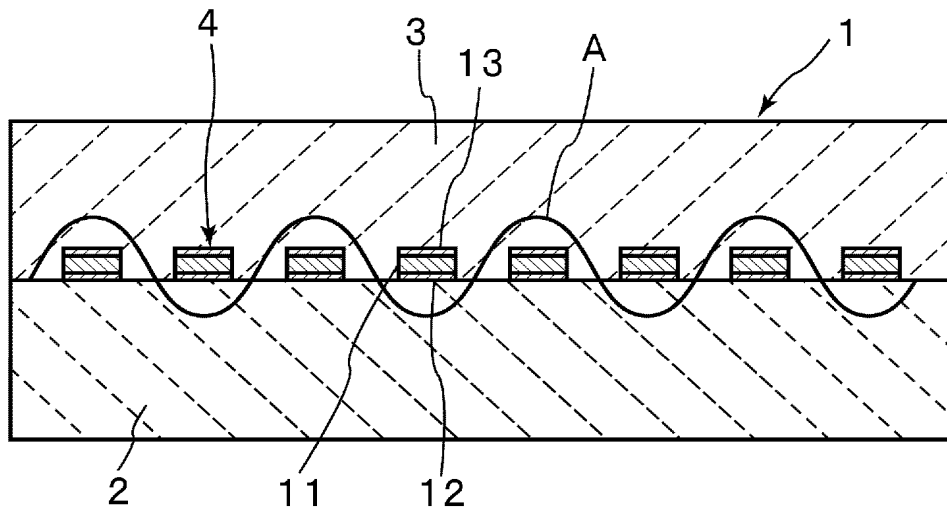
- [1] 第1の媒質と、第2の媒質と、第1, 第2の媒質間の界面に配置されたIDT電極とを備え、該IDT電極が主電極層としてAu層を有する弾性境界波装置において、
前記IDT電極が、前記Au層と、該Au層の少なくとも一方表面に接するように配置されたNi層とを有し、
前記Ni層を構成しているNiの一部が、前記Au層の前記Ni層側表面から該Au層内部に向かって拡散されていることを特徴とする、弾性境界波装置。
- [2] 第1の媒質と、第2の媒質と、第1, 第2の媒質間の界面に配置されたIDT電極とを備え、該IDT電極が主電極層としてAu層を有する弾性境界波装置において、
前記IDT電極は、前記Au層と、該Au層と第1の媒質との間において、前記Au層に接するように配置されたNi層とを有し、
前記Ni層を構成しているNiの一部が、前記Au層の前記Ni層側表面から該Au層内部に向かって拡散されていることを特徴とする、弾性境界波装置。
- [3] 前記IDT電極が、前記Au層の前記Ni層が配置されている側とは反対側の面に配置されており、かつNiを含む金属層をさらに有し、
前記Ni層及び金属層を構成しているNiの一部が、前記Au層の両面から該Au層内部に向かって拡散されている、請求項2に記載の弾性境界波装置。
- [4] 前記Au層が、前記Au層のNi層側表面から、前記Au層の前記金属層側表面に向かって、Niの濃度が、高濃度－低濃度－高濃度となる濃度分布を有している、請求項3に記載の弾性境界波装置。
- [5] 前記金属層上に配置されており、AlまたはAlを主成分とする第2の金属層をさらに有する、請求項3または4に記載の弾性境界波装置。
- [6] 第1の媒質と、第2の媒質と、第1, 第2の媒質間の界面に配置されたIDT電極とを有する弾性境界波装置の製造方法であって、
第1の媒質及び第2の媒質の内の一方の表面に、Au層と、Au層の少なくとも一方表面に接するように配置されたNi層とを形成する工程と、
前記Au層と、前記Ni層とを形成した後に、前記第1, 第2の媒質の内の他方を積層する工程と、

前記Au層と前記Ni層とを形成した後に、加熱により、Au層内にNi層を構成しているNiの一部を拡散させる工程とを備える、弾性境界波装置の製造方法。

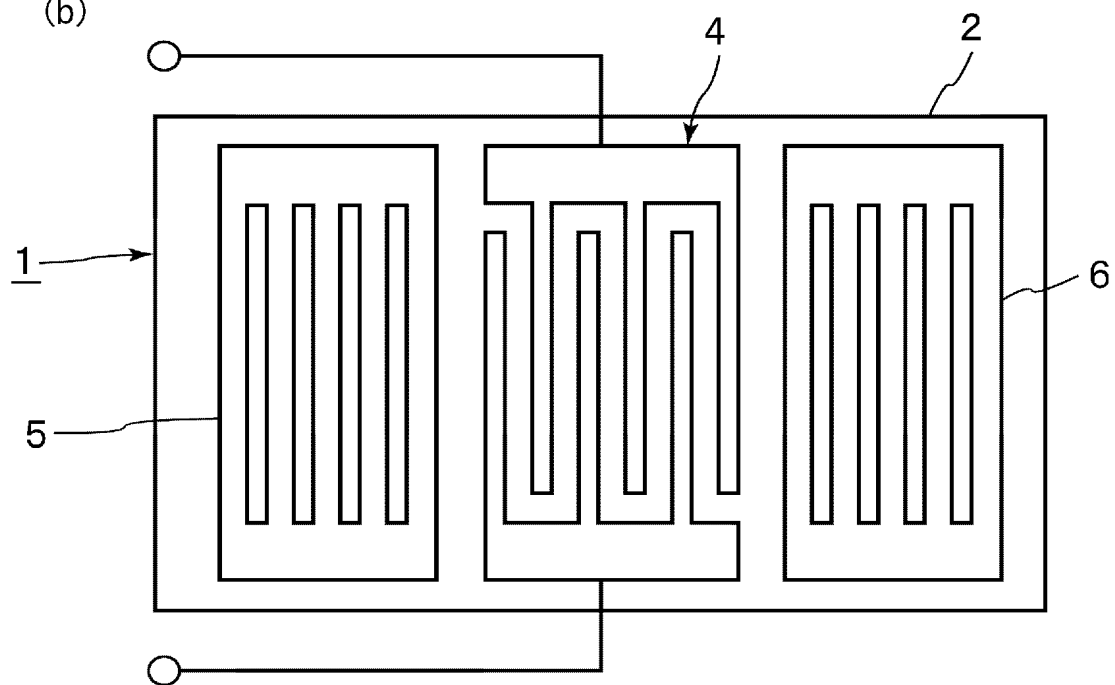
- [7] 前記Niを拡散させる工程が、前記第1, 第2の媒質の内の他方を積層する工程で行われる、請求項6に記載の弾性境界波装置の製造方法。

[図1]

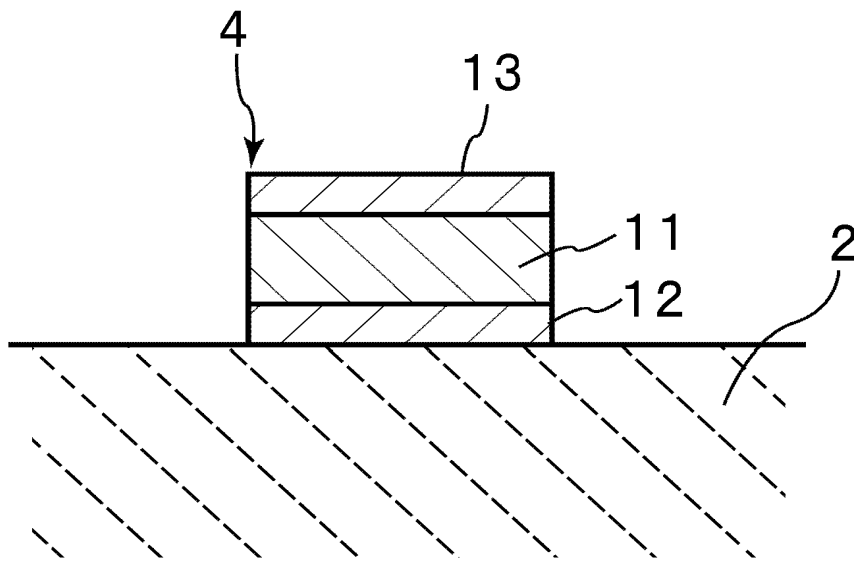
(a)



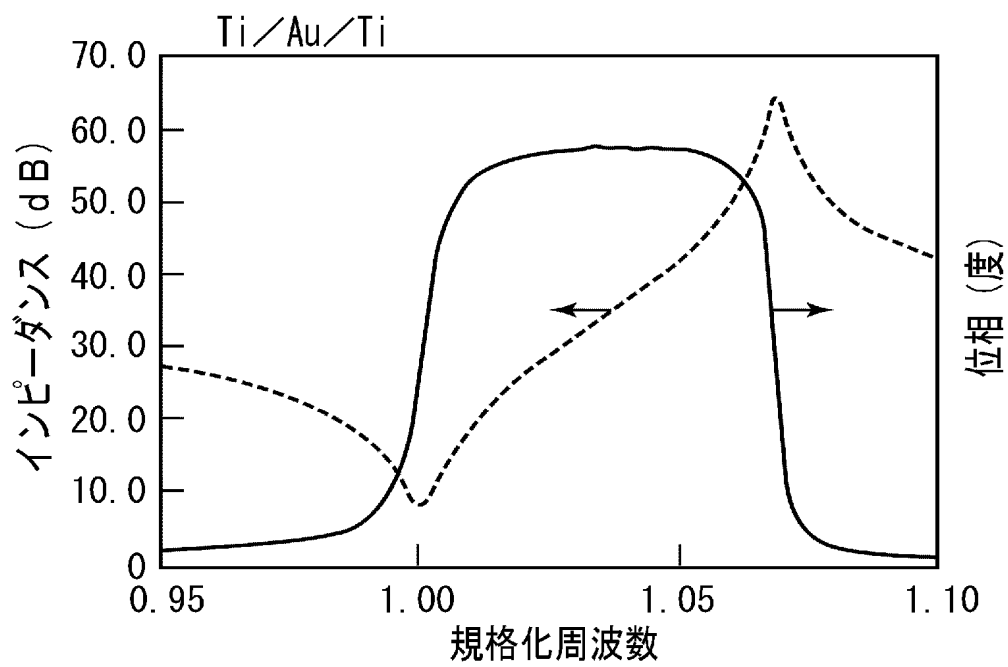
(b)



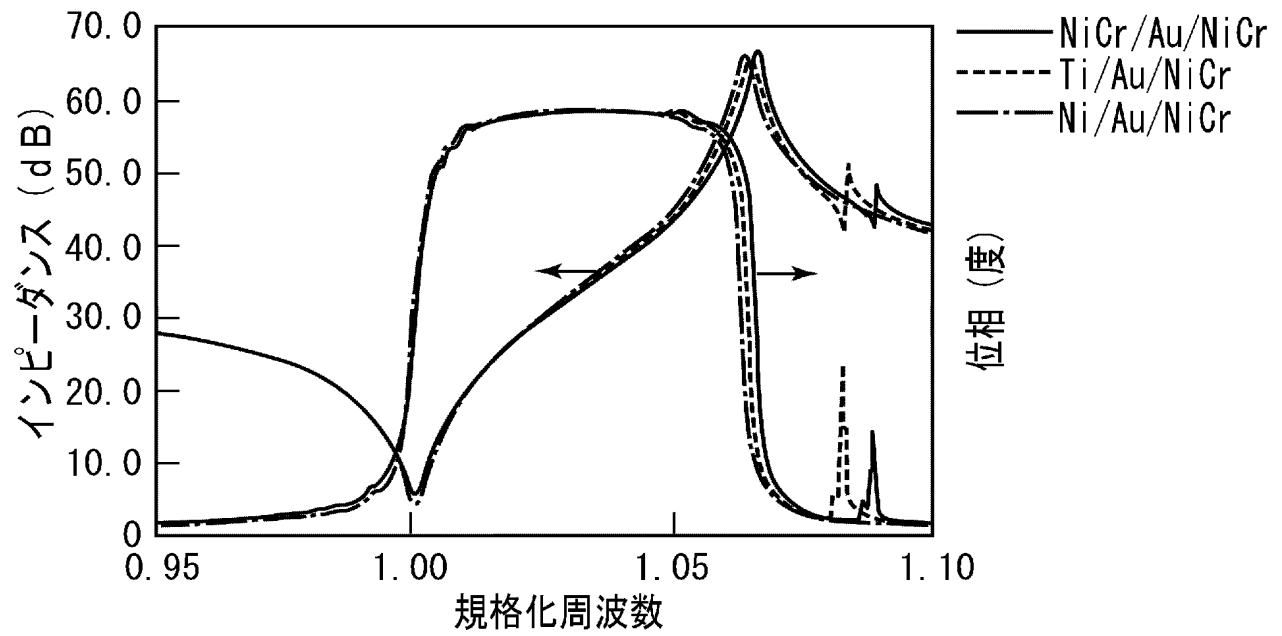
[図2]



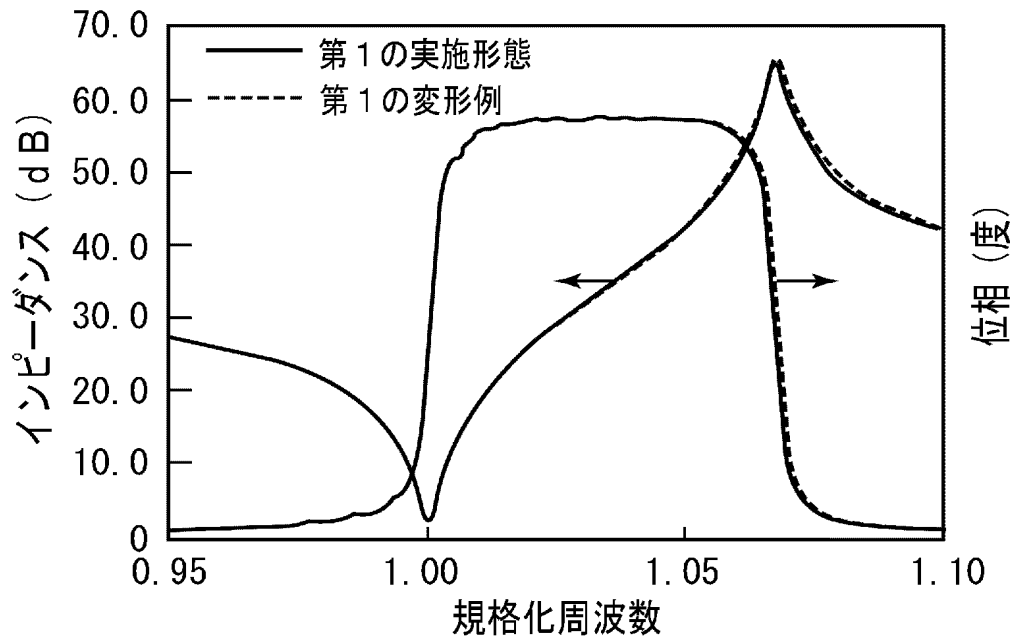
[図3]



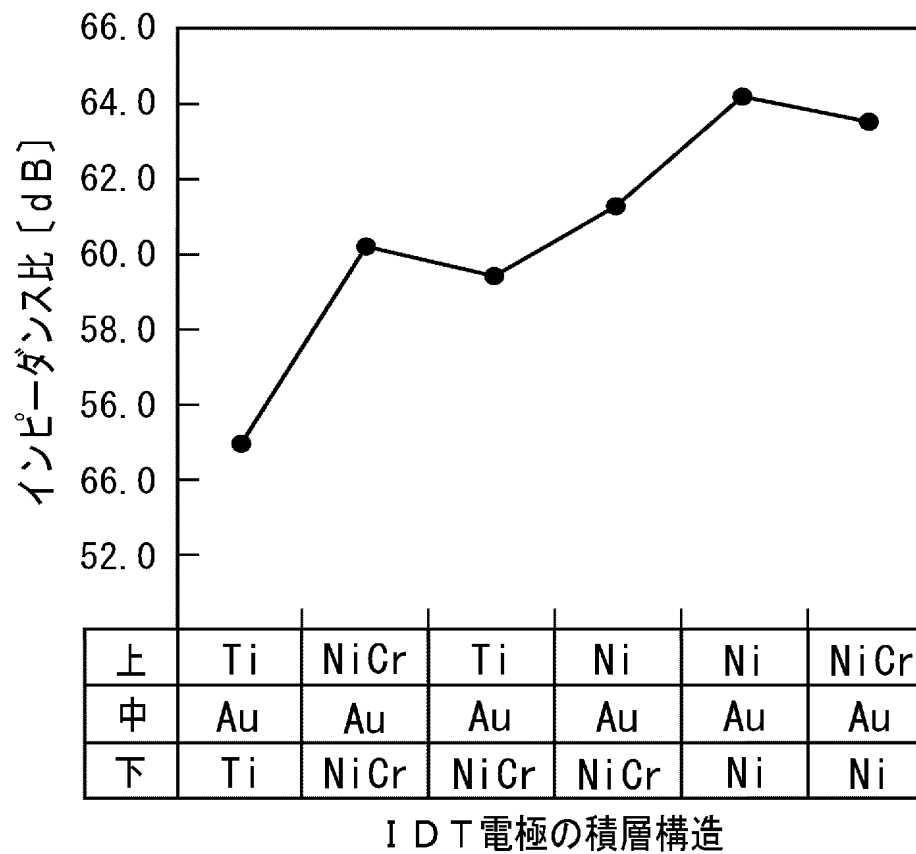
[図4]



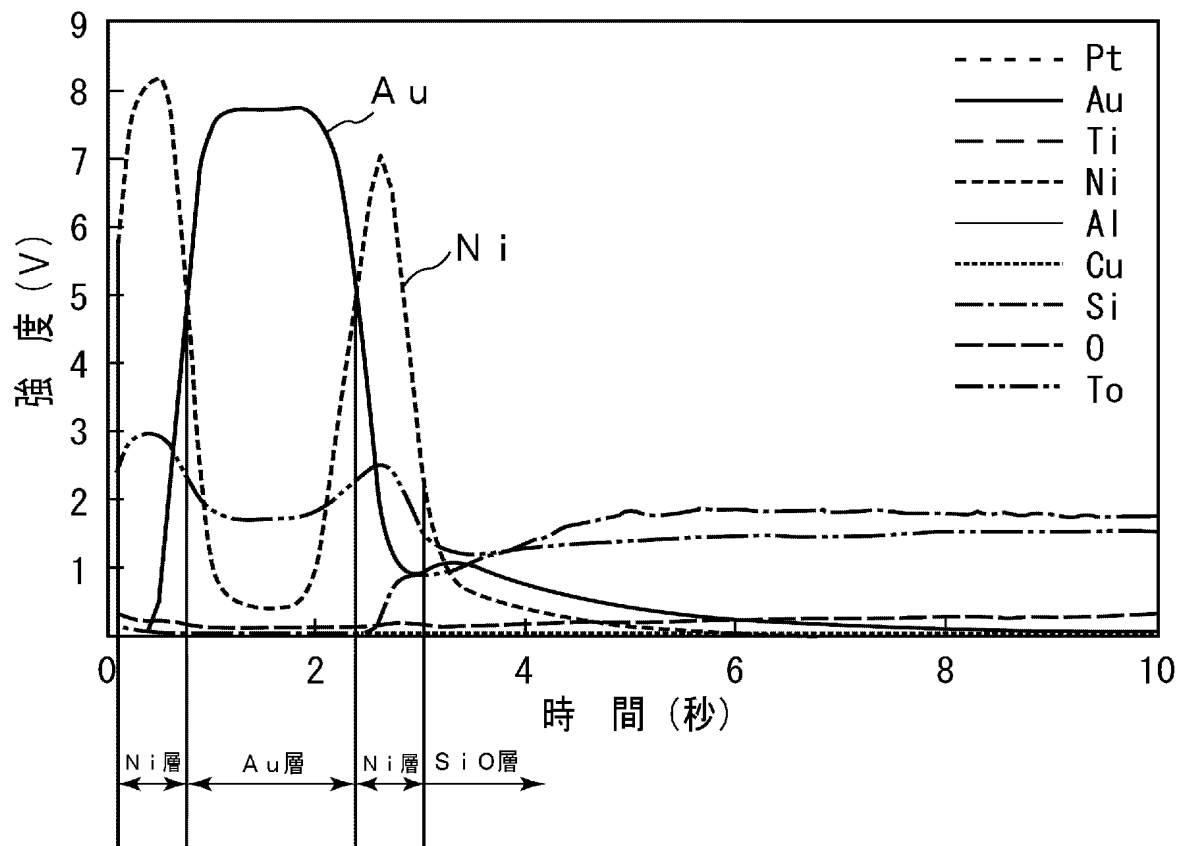
[図5]



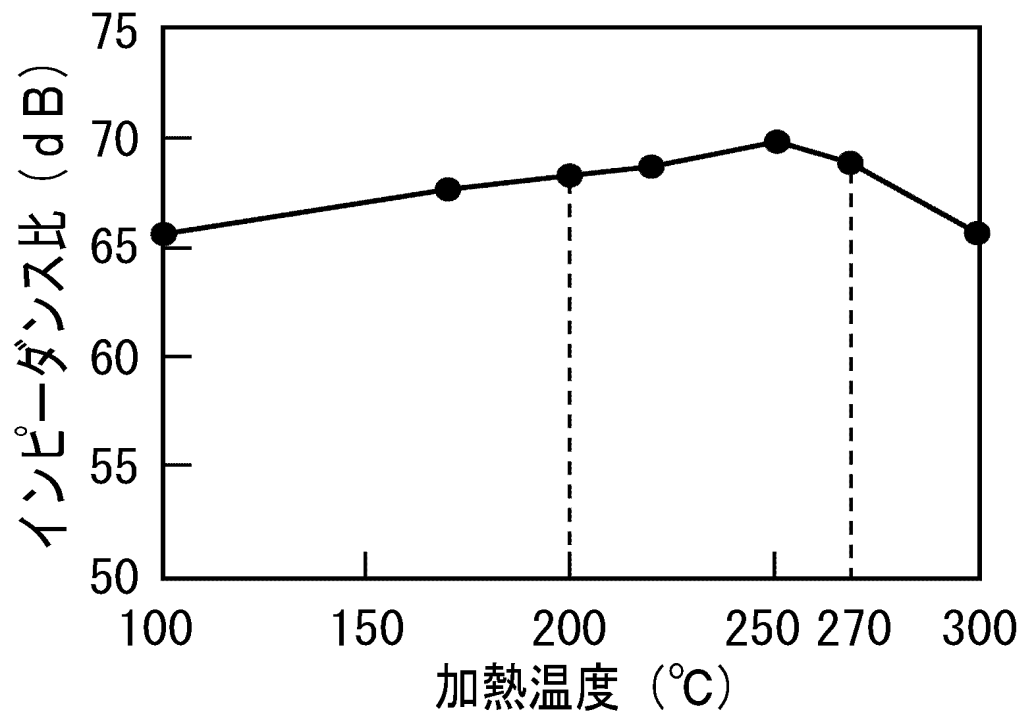
[図6]



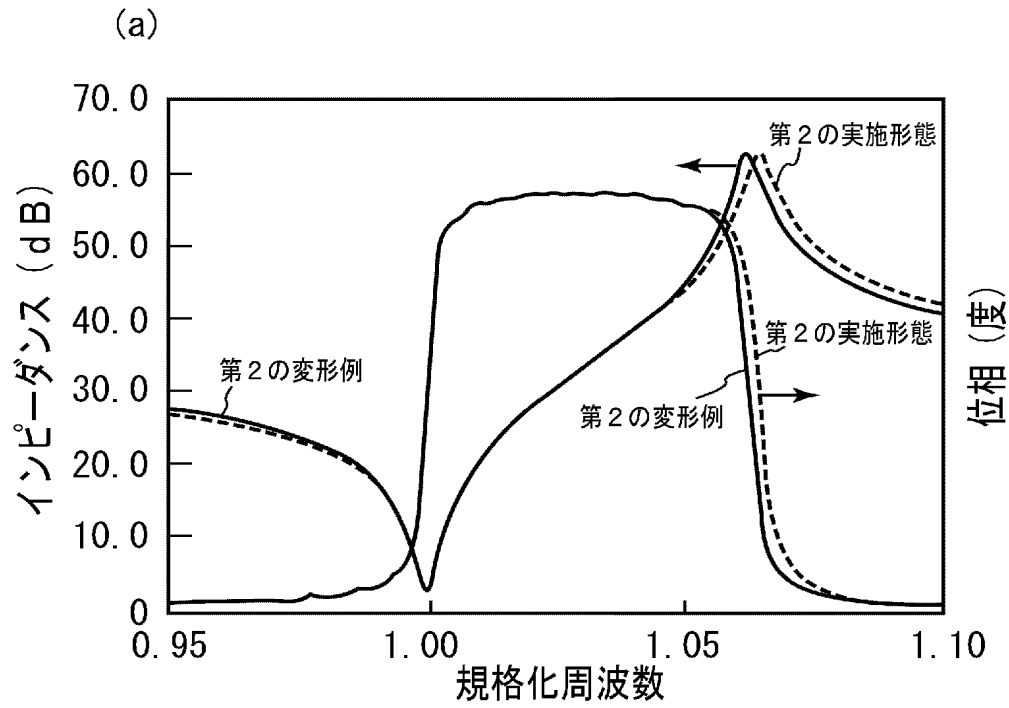
[図7]



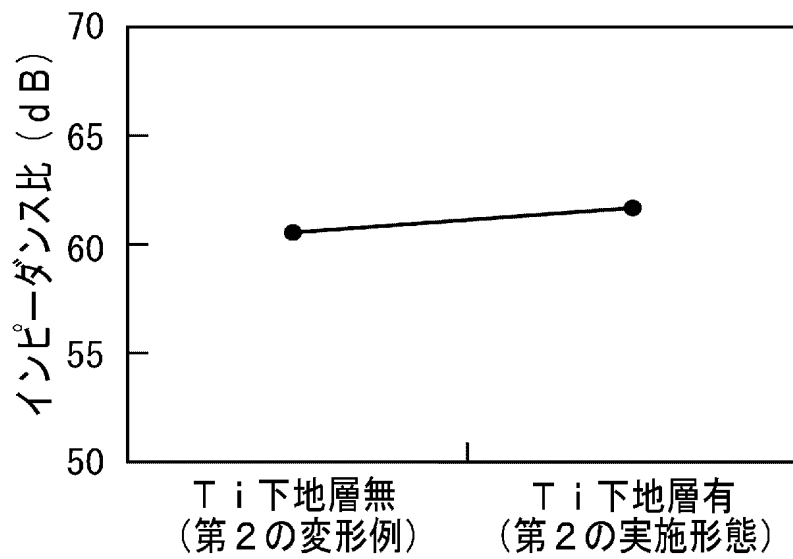
[図8]



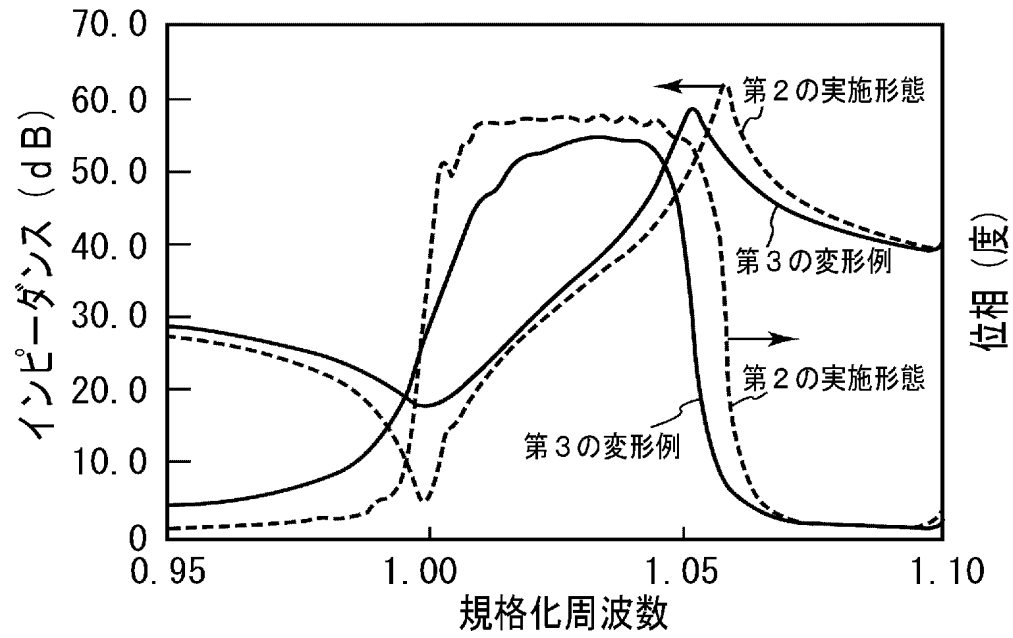
[図9]



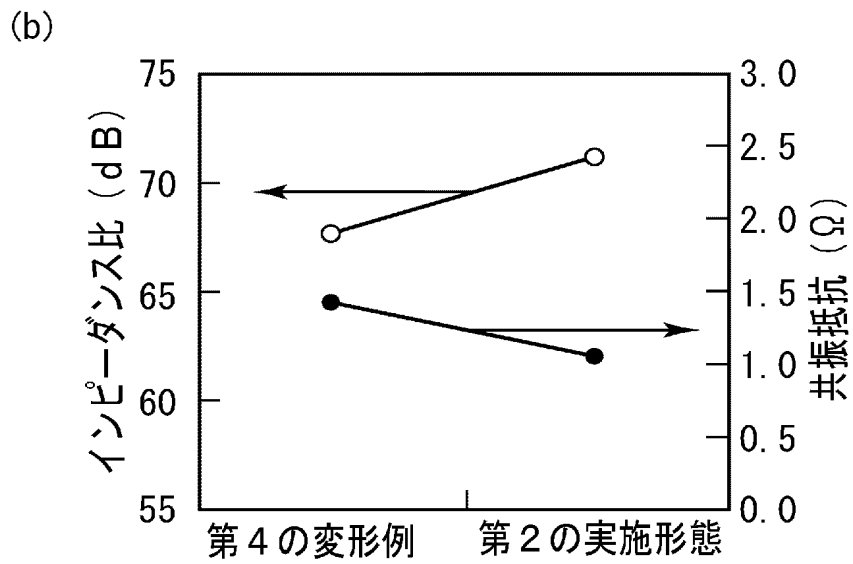
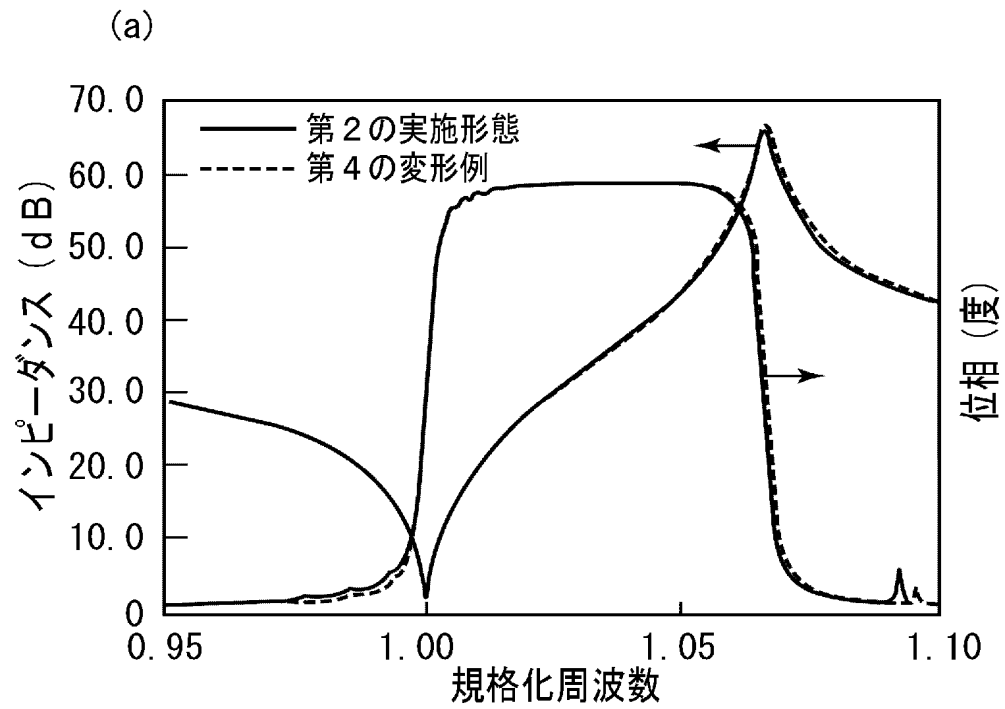
(b)



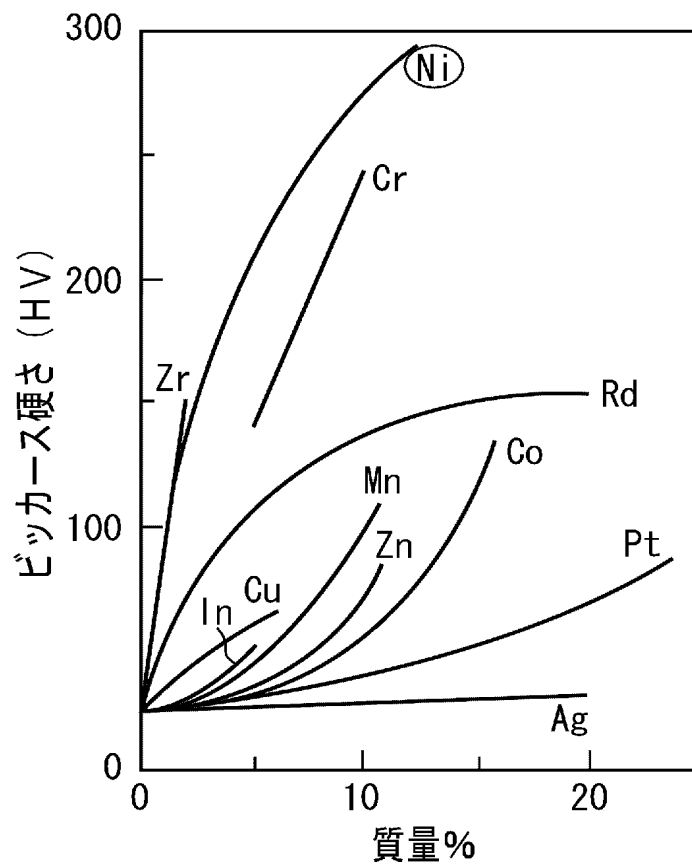
[図10]



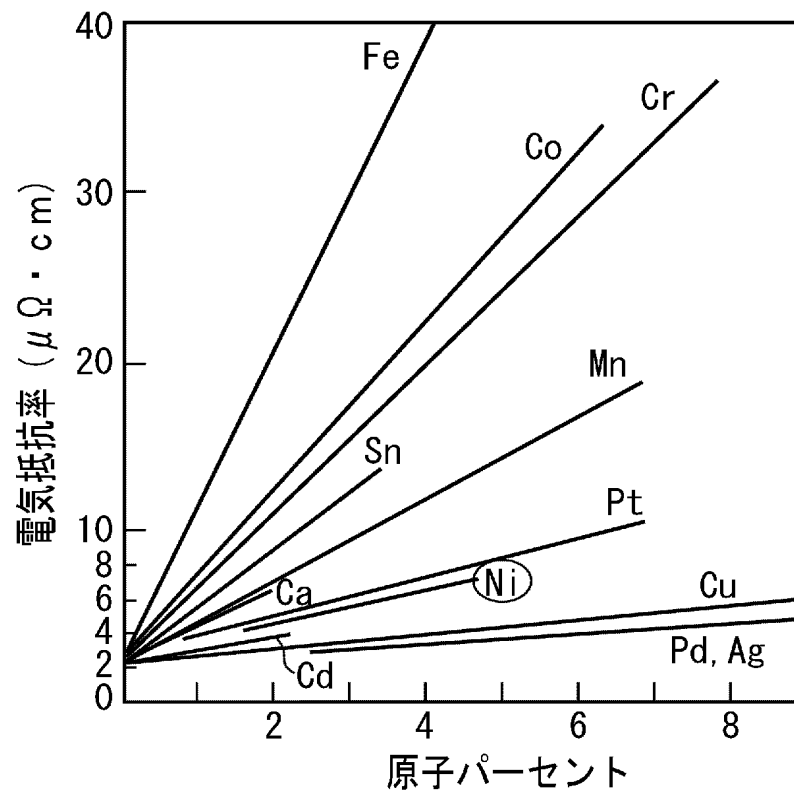
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/051004

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H9/145(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/18(2006.01)i, H01L41/22(2006.01)i, H03H3/08(2006.01)i, H03H9/25(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-H03H9/76, H01L41/09, H01L41/18, H01L41/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2007 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2007 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2007 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | WO 2004/070946 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 19 August, 2004 (19.08.04), Page 42, line 21 to page 43, line 7 & US 2006/0071579 A1 & EP 1610460 A1 | 1-7 |
| A | JP 08-204493 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 09 August, 1996 (09.08.96), Par. No. [0011]; Fig. 1 (Family: none) | 1-7 |
| A | WO 2001/067600 A1 (Daishinku Corp.), 13 September, 2001 (13.09.01), Pages 9 to 10 & US 2002/158699 A1 & EP 1187323 A1 | 1-7 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 April, 2007 (16.04.07)

Date of mailing of the international search report
24 April, 2007 (24.04.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/051004

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | JP 10-041328 A (Matsushita Electronics Corp.), 13 February, 1998 (13.02.98), Par. No. [0013] (Family: none) | 1-7 |
| A | JP 2001-119259 A (Fujitsu Ltd.), 27 April, 2001 (27.04.01), Par. Nos. [0047] to [0059]; Fig. 2(a) & US 6388361 B1 | 1-7 |
| A | JP 09-223944 A (Fujitsu Ltd.), 26 August, 1997 (26.08.97), Par. Nos. [0028] to [0042] & US 5909156 A | 1-7 |

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H03H9/145(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/18(2006.01)i, H01L41/22(2006.01)i,
H03H3/08(2006.01)i, H03H9/25(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-H03H9/76, H01L41/09, H01L41/18, H01L41/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2007年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2007年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2007年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| A | WO 2004/070946 A1（株式会社村田製作所） 2004.08.19, 第42頁第21行目-第43頁第7行目 & US 2006/0071579 A1 & EP 1610460 A1 | 1-7 |
| A | JP 08-204493 A（沖電気工業株式会社） 1996.08.09, [0011]、図1 （ファミリーなし） | 1-7 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.04.2007

国際調査報告の発送日

24.04.2007

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

崎間 伸洋

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

5W

3570

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|---|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| A | WO 2001/067600 A1 (株式会社大真空) 2001.09.13, 第9頁-第10頁 & US 2002/158699 A1 & EP 1187323 A1 | 1-7 |
| A | JP 10-041328 A (松下電子工業株式会社) 1998.02.13, [0013] (ファミリーなし) | 1-7 |
| A | JP 2001-119259 A (富士通株式会社) 2001.04.27, [0047]-[0059]、図2(a) & US 6388361 B1 | 1-7 |
| A | JP 09-223944 A (富士通株式会社) 1997.08.26, [0028]-[0042] & US 5909156 A | 1-7 |

PUB-NO: WO2007097151A1
DOCUMENT-IDENTIFIER: WO 2007097151 A1
TITLE: BOUNDARY ACOUSTIC WAVE
DEVICE AND METHOD FOR
MANUFACTURING SAME
PUBN-DATE: August 30, 2007

INVENTOR-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|----------------------|----------------|
| YAMAMOTO, DAISUKE | JP |
| KANDO, HAJIME | JP |
| TERAMOTO, AKIHIRO | JP |
| FUYUTSUME, TOSHIYUKI | JP |
| SAEKI, MASAHIKO | JP |

ASSIGNEE-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|-------------------------|----------------|
| MURATA MANUFACTURING CO | JP |
| YAMAMOTO DAISUKE | JP |
| KANDO HAJIME | JP |
| TERAMOTO AKIHIRO | JP |
| FUYUTSUME TOSHIYUKI | JP |
| SAEKI MASAHIKO | JP |

APPL-NO: JP2007051004
APPL-DATE: January 23, 2007

PRIORITY-DATA: JP2006047070A (February 23, 2006)

INT-CL (IPC): H03H009/02

EUR-CL (EPC): H03H009/02